EL RECICLADO NUCLEAR

Frank N. von Hippel

En EE.UU. están en marcha planes para reutilizar el combustible agotado de los reactores, pero sus ventajas son nimias comparadas con los peligros

CONCEPTOS BASICOS

- El combustible nuclear agotado contiene plutonio, que puede extraerse y emplearse en un combustible nuevo.
- Para reducir la cantidad de residuos radiactivos de larga vida, el Departamento de Energía de EE.UU. ha propuesto reprocesar el combustible agotado por este procedimiento y luego "quemar" el plutonio en reactores especiales.
- Pero el reprocesado es muy caro. Además, el combustible agotado emite radiaciones letales, mientras que el plutonio separado se maneja sin problemas. Por ello, el reprocesado se presta a que se robe plutonio para fabricar una bomba atómica.
- El autor argumenta contra el reprocesado y a favor de almacenar los residuos en contenedores hasta que se disponga de un cementerio subterráneo.

Aunque ha transcurrido una docena de años desde que en EE.UU. entró en servicio el último reactor nuclear para la generación de energía eléctrica, hoy se perciben indicios de un renacer de ese tipo de centrales. Los incentivos están ahí: los precios del gas natural y del petróleo han subido por las nubes; crecen las protestas públicas contra las emisiones de gases de invernadero creadas por la quema de combustibles fósiles; y el gobierno federal ha ofrecido hasta 8000 millones de dólares en subsidios y seguros contra los retrasos en las licencias (con unas leyes nuevas para racionalizar el proceso) y 18.500 millones de dólares en avales. ¿Qué más podría desear la moribunda industria de la energía nuclear?

Sólo una cosa: un lugar adonde enviar el combustible usado. Ciertamente, la falta de un basurero nuclear sigue siendo una nube negra que se cierne sobre el sector. La inauguración de un basurero federal en el monte Yucca (Nevada) —ahora prevista para 2017 como muy pronto— ya se ha retrasado dos decenios, y las piscinas de desactivación donde se guarda el combustible agotado en las centrales nucleares se están quedando sin espacio.

En consecuencia, la mayoría de las empresas nucleares están empezando a almacenar el combustible agotado más antiguo en terreno seco dentro de enormes contenedores, cada uno de los cuales almacena por regla general 10 toneladas de residuos. Un reactor de 1000 megawatt descarga al año combustible suficiente para llenar dos de esos contenedores, a un precio aproximado de un millón de dólares por unidad. Pero no se reduce a eso lo que la industria está haciendo. Las empresas nucleares de EE.UU. han demandado al gobierno federal porque no habrían incurrido en tales gastos si el Departamento de Energía hubiera inaugurado el basurero del monte Yucca en 1998, tal y como estaba originalmente planeado. Como resultado, el gobierno está pagando los contenedores y los consiguientes gastos de infraestructura y funcionamiento, una factura que asciende a unos 300 millones de dólares anuales.

Presionado para iniciar el traslado del combustible desde sus actuales emplazamientos, el Departamento de Energía ha vuelto sobre una idea que abandonó en los años setenta del pasado siglo: reprocesar químicamente el combustible agotado para separar los elementos componentes. Algunos pueden reutilizarse. Hace más de diez años que en Francia y el Reino Unido funcionan plantas de reprocesado, y Japón empezó a explotar en 2006 su propia planta, que les costó veinte mil millones dólares. No hablamos, pues, de una estrategia sin precedentes. Pero, tal como veremos más adelante, el reprocesado es una senda cara y peligrosa.

El elemento del infierno

Para captar el porqué de mi rechazo al reprocesado del combustible nuclear bastan unos conocimientos rudimentarios del ciclo del combustible nuclear y cierta dosis de sentido común. Los reactores de potencia generan calor —y éste produce el vapor que acciona las turbinas de los generadores eléctricos— manteniendo una reacción nuclear en cadena que escinde ("fisiona") los átomos. La mayor parte del tiempo el combustible es uranio, artificialmente enriquecido, de suerte que entre 4 y 5 por ciento del mismo consista en el isótopo 235, desencadenante de la reacción en cadena; el resto es casi en su totalidad uranio 238. Los ladrones de un uranio enriquecido sólo al 5 ciento no podrían emplearlo para construir una bomba atómica ilícita.

En el reactor, parte del uranio 238 absorbe un neutrón y se convierte en plutonio 239, que reacciona también en cadena y puede "quemarse" en parte una vez extraído y pre-

LISA APFELBACHER (*logo*)



parado. Pero este procedimiento adolece de varios inconvenientes. En primer lugar, la extracción y el procesado, mucho más caros que el combustible nuevo. Luego, el reciclado del plutonio, que apenas si reduce el problema de los residuos. E importantísimo es que el plutonio separado puede servir para construir bombas atómicas si cae en manos terroristas. Por consiguiente, hay que dedicar grandes esfuerzos para protegerlo hasta que vuelva a formar parte de un combustible agotado.

Estos inconvenientes quedan llamativamente claros al examinar las experiencias de los países que han acometido programas de reprocesado. En Francia, líder mundial en la técnica del reprocesado, el plutonio separado (comvertido en dióxido de plutonio al combinarlo con oxígeno) se mezcla con uranio 238 (también en forma de óxido) para crear un combustible de "óxido mezclado", o MOX. Tras haberlo empleado para generar más energía, el combustible MOX agotado contiene todavía aproximadamente un 70 por ciento de plutonio con respecto al que tenía recién manufacturado; sin embargo, la adición de los productos de fisión, altamente radiactivos, que se generan dentro de un reactor hace que no sea fácil acceder a ese plutonio, ni convertirlo en una bomba. El combustible MOX usado se devuelve a la planta de reprocesado para su almacenamiento indefinido. En definitiva, Francia usa el reprocesado para trasladar el problema del combustible agotado desde donde está el reactor hasta la planta de reprocesado.

Japón esta siguiendo el ejemplo francés. El Reino Unido y Rusia se limitan a almacenar su plutonio civil separado: unas 120 toneladas entre ambos desde 2005, suficiente para 15.000 bombas atómicas.

Hasta hace poco, Francia, Rusia y el Reino Unido ganaban dinero reprocesando el combustible agotado de otros países, como Japón y Alemania, cuyos activistas antinucleares domésticos exigían que el gobierno demostrase poseer una solución para el problema del combustible agotado o cerrase los reactores. Las autoridades de esos países descubrieron que enviar al extranjero el combustible agotado para su reprocesado era una manera cómoda, aunque costosa, de tratar sus residuos nucleares, al menos temporalmente.

Con esos contratos en la mano, a Francia y al Reino Unido les fue posible financiar nuevas plantas de reprocesado. Aquellos convenios especificaban, empero, que el plutonio separado y todos los residuos altamente radiactivos retornarían después a sus países de origen. Rusia ha adoptado, en fecha reciente, una política similar. Por ello, los gobiernos que envíen combustible agotado al exterior necesitan al final preparar lugares de almacenamiento para los residuos nucleares retornados. Tal realidad tardó algo en asimilarse, todos los países que compraron servicios de reprocesado en el extranjero acabaron convencidos de que más les valdría almacenar su combustible agotado y ahorrarse unas cuentas de reprocesado del orden de un millón de dólares por tonelada (10 veces el costo de los contenedores de almacenamiento en seco).

Francia y el Reino Unido han perdido sus clientes extranjeros. De hecho, el Reino Unido planea cerrar sus plantas de reprocesado en los próximos años, una medida que va acompañada de una factura de 92 mil millones de dólares por la descontaminación de los terrenos de las instalaciones. En 2000 Francia consideró la opción de dar por terminado el reprocesado en 2010, convencida de que ello rebajará el precio de la electricidad nuclear. Pero ese cambio podría también generar agrios debates acerca de los residuos nucleares, lo último que la organización nuclear francesa

LA HAGUE, en la costa normanda de Francia, alberga un gran complejo de reprocesado del combustible agotado procedente de centrales nucleares, del que extrae el plutonio para hacer nuevo combustible. El Departamento de Energía de EE.UU. se ha planteado construir una instalación similar.

MARTIN BOND *Photo Researchers, Inc.*

EN ESPAÑA

Actualmente el combustible agotado se guarda en piscinas localizadas en las centrales. Hay dos excepciones: los materiales de media y alta actividad extraídos del combustible del reactor desmantelado de Vandellós I, reprocesado en Francia, y el uranio y plutonio extraídos del combustible de la central de Santa María de Garoña, reprocesado en el Reino Unido. Por contrato, tienen que volver a España en los próximos años.

De momento, sólo se han llenado las piscinas de la central de Trillo (en 2003). Ahora se está almacenado allí el combustible gastado en seco, en contenedores metálicos. Están a punto de colmarse las piscinas de Ascó y Cofrentes, y habrá que almacenar el combustible gastado de la central de Zorita, que va a desmantelarse. La solución adoptada en el Sexto Plan General de Residuos ▶

Radiactivos, de 2006, es la construcción de un Almacén Temporal Centralizado, un edificio en superficie que, decía el Plan, debería inaugurarse hacia 2010 y funcionar durante unos sesenta años. Allí tendrían que ir a parar las 6700 toneladas de combustible gastado que generarán los reactores españoles a lo largo de toda su vida útil, más el material de Vandellós repatriado y los de desguace de centrales que no puedan ir al cementerio de baja y mediana actividad de El Cabril. La instalación holandesa HABOG es un modelo de referencia para la española.

En última instancia, los residuos deberían acabar en un cementerio geológico profundo.

—La redacción

quisiera en un país que ha visto un activismo antinuclear más bien escaso.

Japón se halla políticamente aún más aferrado al reprocesado: sus empresas nucleares, a diferencia de las de EE.UU., no han sido capaces de conseguir permisos para ampliar sus almacenamientos *in situ*. Hoy Rusia dispone de una planta de reprocesado, con capacidad para hacerse cargo del combustible agotado de sólo el 15 por ciento de los reactores nucleares del país. Los soviéticos se habían propuesto ampliar su potencia de reprocesado pero abandonaron esos planes cuando su economía se hundió en los años ochenta.

Durante la guerra fría, hubo en funcionamiento plantas de reprocesado en los estados de Washington y Carolina del Sur para recuperar el plutonio de las armas nucleares. Más de la mitad del plutonio separado en aquellas labores ha sido declarado sobrante para las necesidades del país, y el Departamento de Energía prevé hoy que deshacerse de él costará más de 15 mil millones de dólares. Quienes trabajaban en los lugares donde tenía lugar el reprocesado se ocupan principalmente de la descontaminación de la suciedad resultante, con un costo esperado de unos 100.000 millones de dólares.

Además de esas operaciones militares, entre 1966 y 1972 funcionó una pequeña instalación civil de reprocesado en el norte del estado de Nueva York. En ella se separaron 1,5 toneladas de plutonio, hasta que cayó en bancarrota y se convirtió en una empresa conjunta federal-estatal de descontaminación, que, según se prevé, necesitará unos 5000 millones de dólares de los contribuyentes.

Con todos los problemas que suponía el reprocesado, cabe preguntarse con razón por qué se siguió adelante pese a todo. En parte se debe a que, durante los años subsiguientes a la puesta en servicio de las primeras centrales nucleares civiles, la Comisión de Energía Atómica de EE.UU. fomentó el reprocesado en el país y en el extranjero, al considerarlo esencial para el futuro de la energía nuclear, pues a la industria le preocupaba quedarse sin combustible (inquietud que desde entonces se ha aplacado).

Pero eso era antes de que los problemas de seguridad de la producción de plutonio pasaran de teóricos a reales. En 1974, la India, uno de los países a los que EE.UU. ayudó a prepararse para el reprocesado, empleó su primer plutonio recién separado para construir un arma nuclear. Más o menos por entonces, Theodore B. Taylor, antiguo ingeniero de armamento nuclear, daba la voz de alerta sobre la posibilidad de que la planeada separación y reciclado de millares de toneladas de plutonio al año permitiese a los terroristas robar ese material en cuantía suficiente para construir una o más bombas nucleares.

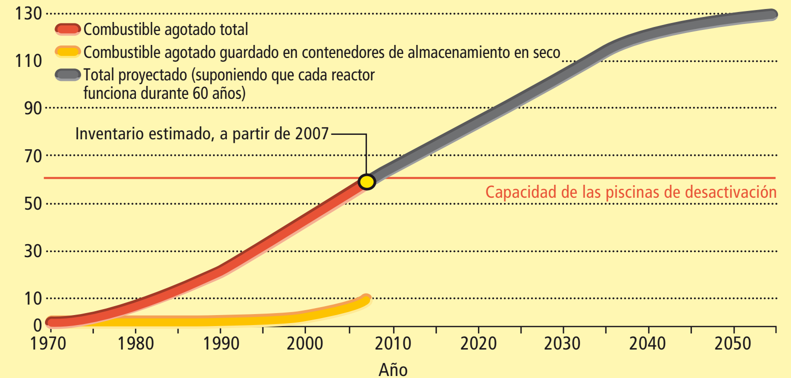
El plutonio separado es débilmente radiactivo y, por ello, fácilmente transportable; mientras que el plutonio del combustible agotado está mezclado con productos de fisión que emiten rayos gamma, letales. A causa de su poderosa radiactividad, el combustible agotado sólo puede transportarse dentro de unos contenedores que pesan decenas de toneladas, y su plutonio sólo se recupera con grandes dificultades, normalmente tras unos gruesos blindajes con un equipo de manejo remoto muy sofisticado. Por ello, el plutonio no separado contenido en el combustible agotado plantea menos riesgos de caer en malas manos.

Advertidas por el caso de la India sobre el peligro de proliferación de armas nucleares que creaba el reprocesado, las administraciones Ford y Carter reconsideraron la postura de la Comisión de Energía Atómica y concluyeron que el reprocesado era innecesario y dispendioso. El gobierno de EE.UU. abandonó sus planes de reprocesar el combustible agotado de los reactores civiles y apremió a Francia y Alemania para que cancelaran los contratos bajo los cuales estaban exportando técnica de reprocesado a Pakistán, Corea del Sur y Brasil.

Posteriormente, la administración Reagan adoptó la postura contraria a las de Ford y Carter sobre el reprocesado en el país, pero a la industria nuclear de EE.UU. ya no le interesaba. También ella había llegado a la conclusión de que reprocesar para aprovechar

Demasiados residuos, muy pocos almacenes

COMBUSTIBLE AGOTADO ACUMULADO PROCEDENTE DE TODOS LOS REACTORES NUCLEARES DE POTENCIA DE EE.UU.
(1000 toneladas métricas de uranio y productos de reactor asociados)

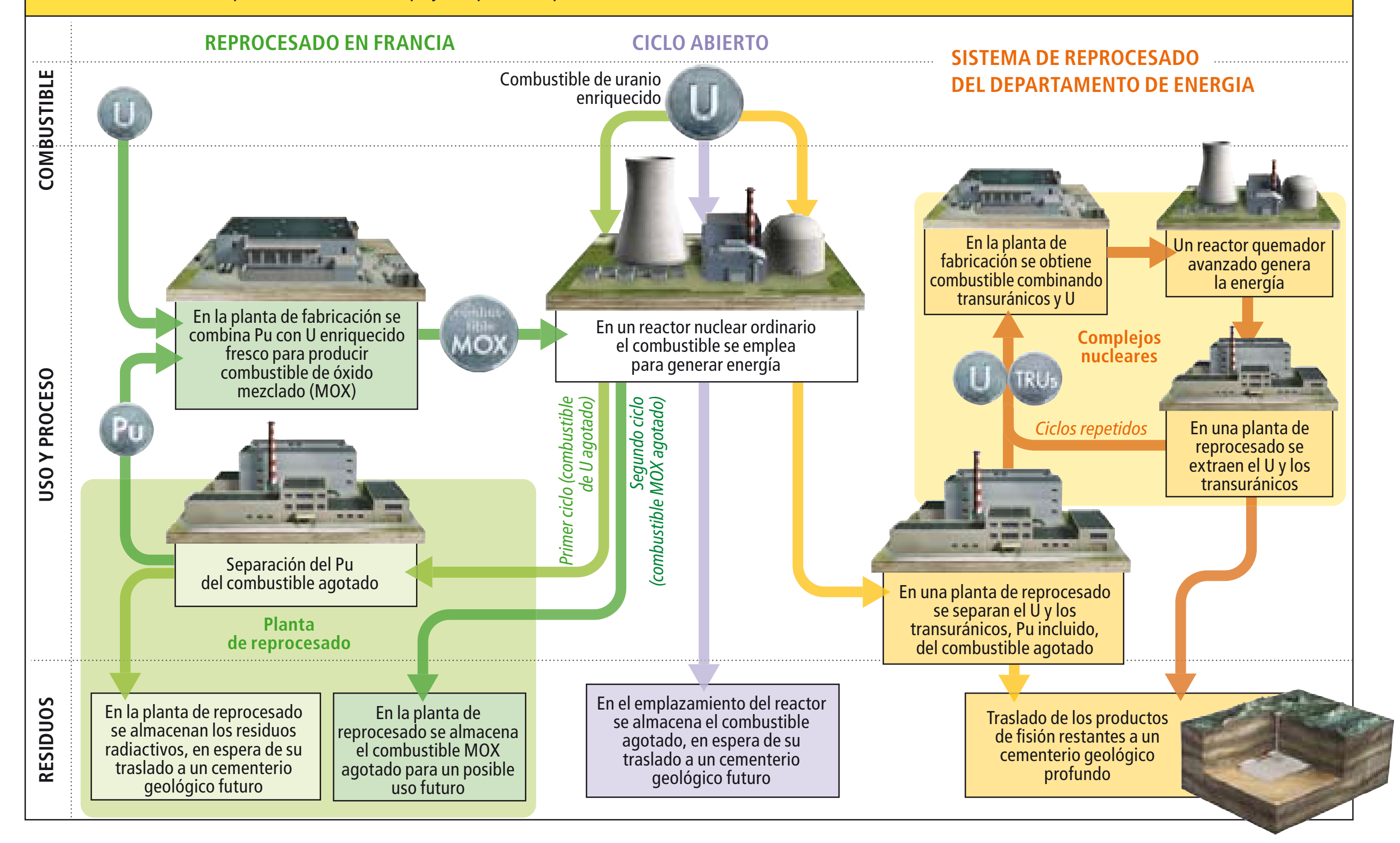


La cantidad de combustible agotado crecerá considerablemente en los próximos decenios, aunque no se construyan más reactores. Las direcciones de las centrales nucleares se ven cada vez más obligadas a transferir el combustible agotado más antiguo contenido en las piscinas de desactivación a contenedores en seco habilitados en las proximidades. No sorprende que la industria esté apremiando al gobierno de EE.UU. para que colabore en la búsqueda de una solución al problema.

LUCY READING-IKKANDA

UTILIZACION DEL COMBUSTIBLE: OPCIONES

Hay varias opciones para gestionar el combustible agotado de los reactores. Puede limitarse a almacenar los residuos tras haber empleado una vez el combustible, tal como ahora hace EE.UU. (*centro*). O puede reprocesar el combustible agotado, separando de éste los componentes que pueden reutilizarse. En Francia, se prepara el plutonio (Pu) para otro ciclo en un reactor (*izquierda*). Otra idea, apoyada por el Departamento de Energía, consiste en reciclar repetidamente el plutonio y otros elementos pesados (los transuránicos) en un nuevo tipo de reactor (*derecha*). La reutilización del combustible agotado parece atractiva porque reduce la cantidad de residuos que necesitan almacenamiento indefinido, pero, advierte el autor (*recuadro abajo a la derecha*), tiene numerosos inconvenientes.



el plutonio recuperado no podría competir económicamente con la utilización del combustible en ciclo abierto. El reprocesado, al menos en EE.UU., había entrado en un callejón sin salida, o así lo parecía.

Reprocesar

La actual administración Bush ha insuflado nueva vida a la idea de reprocesar el combustible agotado, en el marco de la nueva generación de reactores nucleares propuesta. Según ese plan, los transuránicos (el plutonio y otros elementos pesados extraídos del combustible de reactor ordinario) se reciclarían en los nuevos reactores en un proceso reiterado para escindirlos en elementos más ligeros, la mayoría de los cuales tienen unos períodos de semidesintegración más cortos. En consecuencia, la cantidad de residuos nucleares que se necesitaría almacenar sin peligro durante muchos milenios se reduciría [*véase* "Residuos nucleares", por William H. Hannum, Gerald E. Marsh y George S. Stanford; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, febrero de 2006]. Algunos científicos dicen de ese nuevo proyecto que es "técnicamente goloso", empleando la misma expresión con que en cierta ocasión J. Robert Oppenheimer definió el diseño de la bomba de hidrógeno. Pero, ¿es realmente juicioso?

La propuesta de reciclar el combustible agotado norteamericano no es nueva. A mediados de los años noventa, el Departamento de Energía solicitó a la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU. que la sometiese a estudio con vistas a reducir la cantidad de residuos radiactivos de larga vida. El resultado fue un voluminoso informe, *Nuclear Wastes: Technology for Separation and Transmutation* [Residuos nucleares: técnicas de separación y transmutación], muy negativo. El equipo de la Academia concluía que reciclar los transuránicos contenidos en las primeras 62.000 toneladas de combustible agotado (la cantidad cuyo destino habría sido almacenada en el monte Yucca) requeriría "no menos de 50.000 millones de dólares y fácilmente más de 100.000 millones"; en otras palabras, podría costar algo así como 500 dólares por cada ciudadano. Esas cifras tendrían que multiplicarse por dos para atender la cantidad total de combustible agotado que

PUNTO CRITICO

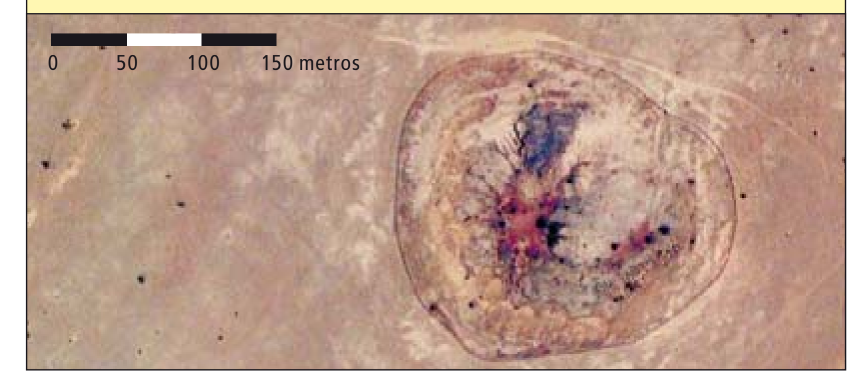
La cantidad de combustible agotado que la industria nuclear de EE.UU. ha acumulado (unas 58.000 toneladas) viene a igualar casi la capacidad de las piscinas de desactivación que se emplean para guardar ese material en los emplazamientos de los reactores. De aquí a cuarenta años, la cantidad se habrá duplicado.

KEVIN HAND

¿Destrucción masiva para las masas?

Lo más inquietante del reprocesado del combustible nuclear agotado es que, al generar grandes cantidades de plutonio, pondría la consecución de bombas atómicas al alcance de naciones descontroladas o incluso de grupos terroristas. Como el plutonio separado es sólo levemente radiactivo, no sería difícil manejarlo (*arriba*) y transportarlo furtivamente. Y para un arma nuclear bastan unos kilogramos.

Antes de que este peligro se valorara plenamente, EE.UU. compartió su técnica de reprocesado de combustible nuclear agotado con otros países. Dejó de hacerlo cuando la India detonó un arma nuclear construida con parte de su plutonio separado. La imagen tomada desde un satélite (*abajo*) muestra el cráter creado por la primera prueba nuclear subterránea de la India en mayo de 1974.



los reactores existentes en EE.UU. se espera que descarguen durante su vida activa.

La razón de tan elevadas cifras es que los reactores ordinarios no valen para esa tarea. Emplean agua para refrigerar y para moderar los neutrones que se emiten cuando se escinden los núcleos del uranio del combustible; la moderación permite que los neutrones provoquen la fisión de otros átomos de uranio 235, creándose y manteniéndose así la reacción nuclear en cadena. Si uno de esos reactores se alimenta con combustible reciclado, se produciría la acumulación de transuránicos pesados (plutonio 242, americio y curio). Como solución se propone un reactor nuclear de un nuevo tipo, en el que los neutrones no se moderan tanto y pueden, pues, fracturar esos átomos cuya fisión requiere más energía.

Durante los años sesenta y setenta, los países más industrializados, incluido EE.UU., dedicaron más de 50.000 millones de dólares de hoy a comercializar ese tipo de reactores de neutrones rápidos, para cuya refrigeración se emplea sodio líquido y no agua. Se los llamó también reactores nodriza, porque estaban ideados para generar más plutonio del que consumían y por ello aprovecharían mucho mejor la energía del uranio. Se esperaba de ellos que sustituyesen rápidamente a los reactores refrigerados por agua ordinarios. Pero los reactores refrigerados por sodio resultaron de construcción mucho más costosa y de explotación mucho más problemática de lo esperado. La mayoría de los países abandonaron su intento de comercializarlos.

Es exactamente ese tipo de reactor fallido el que ahora propone el Departamento de Energía, aunque con un núcleo reconfigurado para que sea consumidor neto de plutonio y no nodriza. EE.UU. tendría que construir de 40 a 75 reactores de 1000 megawatt de ese nuevo tipo para fisionar los transuránicos al ritmo al que se generan en sus 104 reactores ordinarios. Si cada uno de los nuevos reactores refrigerados por sodio costase de 1000 millones a 2000 millones de dólares más que los de refrigeración por agua de la misma capacidad, la subvención federal tendría que estar entre los 40.000 millones y los 150.000 millones de dólares, a sumar a los entre 100.000 millones y 200.000 millones requeridos para construir y explotar la infraestructura de reciclado. Dado el déficit presupuestario de EE.UU., parece improbable que tal programa se lleve a cabo.

Si se construyera una planta de reciclado a escala total (propuesta hasta hace poco por el Departamento de Energía para 2020), pero no se llegase a construir el reactor refrigerado por sodio, casi todos los transuránicos irían a parar sin más a un almacenaje indefinido. En un atolladero así se encuentra el Reino Unido, donde el programa de reprocesado iniciado en los años sesenta ha producido unas 80 toneladas de plutonio separado. Deshacerse de ellas sin peligro costará decenas de miles de millones de libras.

Reprocesar el combustible agotado y luego almacenar indefinidamente el plutonio separado y los residuos nucleares en la planta de reprocesado no es una estrategia de eliminación. Sería más bien una estrategia para el desastre, porque facilita mucho los robos de plutonio separado. En un informe de 1998, la Real Sociedad del Reino Unido, que comentaba el crecimiento de las existencias de plutonio civil en aquel país, advertía de que "es materia de gran preocupación la posibilidad de que, en algún momento, se pudiera acceder a las existencias de plutonio separado con la intención de producir armas ilegalmente". En 2007, un segundo informe de la Real Sociedad reiteraba que "seguir acumulando un material muy peligroso no es una opción aceptable a largo plazo".

Es evidente que la prudencia exige no almacenar el plutonio en un centro de reprocesado de forma que cualquiera pueda robarlo. El sentido común dicta que no sea en absoluto separado. Hasta que no se disponga de un basurero duradero, el combustible agotado de los reactores puede permanecer en los emplazamientos de las centrales nucleares que lo generaron.

¿Sería peligroso ese almacenamiento? Aduciría yo que guardar en contenedores de al-

El autor

Frank N. von Hippel, físico nuclear, es profesor de asuntos públicos e internacionales en el Programa sobre Ciencia y Seguridad Global de la Universidad de Princeton. En 1993 y 1994 fue subdirector para la seguridad nacional en la Agencia de la Casa Blanca para Ciencia y Política Tecnológica. Desde 2006 es copresidente de la Comisión Internacional sobre Materiales Fisibles. Ha escrito, solo o en colaboración, varios artículos en *Investigación y Ciencia*.

DEPARTAMENTO DE ENERGIA DE EE. UU. (*arriba*); 2008 DIGITAL GLOBE/GOOGLE IMAGERY (*centro*); CORTESIA DE FRANK N. VON HIPPEL (*abajo*)

macenamiento en seco el combustible gastado que genera el uso en "una dirección" del combustible representa un añadido insignificante al peligro ya existente para la población de los alrededores. Los 10 kilowatt de calor radiactivo generado por las 10 toneladas de combustible de 20 años de edad encerrado en un contenedor de almacenamiento en seco se difunde por convección al caldear el aire que lo rodea. Unos terroristas decididos a causar daño podrían tratar de perforar el contenedor empleando, por ejemplo, un arma antitanque o el motor de un avión lanzado contra él, pero en la mayoría de las circunstancias sólo se dispersaría una reducida masa de fragmentos de combustible radiactivos, y en una zona limitada. En contraste, si en el reactor cercano se cortara el refrigerante, en cuestión de minutos el combustible se sobrecalentaría y empezaría a liberar grandes cantidades de productos de fisión vaporizados. Y si una piscina de almacenamiento de combustible agotado perdiera el agua, el revestimiento de zirconio de las barras de combustible se calentaría hasta la temperatura de ignición en cuestión de horas. Bajo esta perspectiva, los contenedores de almacenamiento en seco parecen más bien benignos.

¿Hay espacio físico suficiente para albergarlos? Pues sí; en las centrales nucleares de EE.UU. hay sitio para más contenedores. Incluso a los reactores más antiguos en servicio en EE.UU. se les están ampliando las licencias para veinte años más, y es probable que se construyan nuevos reactores en las mismas ubicaciones. Así que no hay razones para creer que esas zonas de almacenamiento estén a punto de desaparecer. Al final, desde luego, será necesario retirar el combustible agotado y situarlo en otro lugar, pero no hay que dejarse llevar por el pánico y adoptar una política de reprocesado, que haría mucho más peligrosa y costosa que hoy la situación.

Miedo en Nevada

En EE.UU. el destino a largo plazo de los residuos radiactivos depende de cómo se resuelva el punto muerto en que se encuentra hoy el almacén del monte Yucca. Acerca del lugar hay división de opiniones. Los requisitos normativos son duros: el Departamento de Energía tiene que demostrar que la montaña confinará los residuos durante un millón de años con eficacia suficiente para que las dosis de irradiación en el exterior no alcancen niveles significativos.

Los riesgos derivados incluso de un cementerio mal diseñado no son nada comparados con los derivados de una política que hiciera más accesibles materiales aptos para armas nucleares. Desde esa perspectiva, cuesta entender por qué el peligro de una contaminación nuclear local para dentro de 100.000 o un millón de años ha despertado en EE.UU. una pasión política mucho más intensa que un peligro inminente relativo a armas nucleares.

Parte del problema es la opinión que se tiene en Nevada de que la administración Reagan y el Congreso actuaron injustamente cuando en 1987 suspendieron una evaluación objetiva de otros emplazamientos y designaron el monte Yucca como futuro cementerio nuclear. Para contrarrestar esa impresión, podría ser necesario reiniciar las deliberaciones en torno a un emplazamiento adicional. La Ley sobre Residuos Nucleares de 1987 estipula que el secretario de energía informará al Congreso en 2010 sobre la necesidad de una segunda instalación de almacenaje. Ahora bien, debería considerarse también la posibilidad de establecer para estos asuntos un organismo más especializado y menos politizado que el Departamento de Energía.

Mientras, el combustible agotado puede almacenarse sin peligro en contenedores secos en las centrales. E incluso una vez depositado un cementerio geológico, seguiría siendo recuperable al menos durante un siglo. Así pues, en el caso poco probable de que los beneficios del reprocesado superaran alguna vez a sus costes y riesgos, esta opción seguiría disponible. Pero hoy carece de lógica que nos precipitemos hacia una empresa cara y potencialmente catastrófica sólo por una incierta esperanza en que reduciría el lastre ecológico a largo plazo.

A favor de los contenedores secos

Hasta que se inaugure un cementerio radiactivo geológico profundo, aduce el autor, la industria nuclear de EE.UU. dispone de una alternativa muy válida para almacenar el combustible agotado que se acumula en las piscinas de desactivación: los contenedores secos. Son cilindros de hormigón y metal de 150 toneladas. Pueden guardar 10 toneladas o más de combustible agotado. Situados en los mismos emplazamientos que los reactores, crean un riesgo adicional mínimo comparado con los anejos a las distintas operaciones que ya se efectúan en esos lugares.



KEVIN HAND

YUCCA AL DIA

El avance del propuesto cementerio nuclear de EE.UU. en el monte Yucca (Nevada) sigue siendo lento. En el mejor de los casos, no se autorizará su construcción hasta 2011 y no estará acabado hasta 2016. Por tanto, la industria nuclear de EE.UU. no empezaría a almacenar combustible agotado allí en él hasta 2017; o después, si la obra se retrasa por polémicas científicas, dificultades legales o falta de fondos.



Bibliografía complementaria

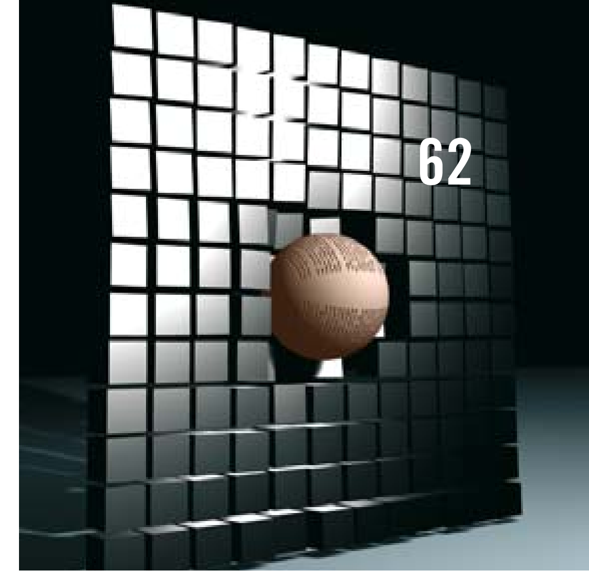
NUCLEAR WASTES: TECHNOLOGIES FOR SEPARATION AND TRANSMISSION. National Academies Press, 1996.

THE FUTURE OF NUCLEAR POWER. Estudio interdisciplinar del MIT, 2003. http://web.mit.edu/nuclear power

MANAGING SPENT FUEL IN THE UNITED STATES: THE ILLOGIC OF REPROCESSING. Frank von Hippel en un informe de investigación de la Comisión Internacional sobre Materiales Fisibles, enero 2007.



La formación de los sistemas planetarios no es un proceso determinista.



Hacia las causas por la vía de las estadísticas poblacionales.



Pocos cigarrillos bastan para que un adolescente se enganche a la nicotina.

MEDICINA

72 Adicción al tabaco

Joseph R. DiFranza

Nuevos hallazgos revelan que la nicotina crea adicción desde muy pronto. Los primeros cigarrillos provocan una alteración cerebral que estimula el deseo compulsivo de fumar.

POLITICA NUCLEAR

78 El reciclado nuclear

Frank N. von Hippel

En EE.UU. están en marcha planes para reutilizar el combustible agotado de los reactores, pero sus ventajas son nimias comparadas con los peligros.

SEGURIDAD

84 Microchips contra la falsificación

Tim Hornyak

Las tarjetas de identificación por radiofrecuencia se aplican a la rotulación de toda clase de artículos. En versión miniaturizada, servirían también para impedir la falsificación.

SECCIONES